

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-304325

(43)Date of publication of application : 16.11.1993

(51)Int.Cl.

H01L 43/08

(21)Application number : 04-107370

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 27.04.1992

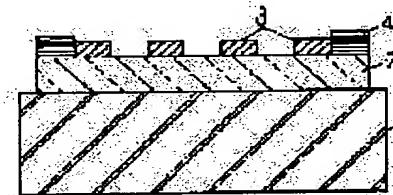
(72)Inventor : KAWASAKI TETSUO
KORECHIKA AKIHIRO

(54) SEMICONDUCTOR THIN FILM MAGNETIC RESISTOR ELEMENT AND FABRICATION THEREOF

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a semiconductor thin film magnetic resistance element which exhibits high reliability in high temperature application such as gear sensor for automobile.

CONSTITUTION: A semiconductor layer 2 of InSb is deposited on an insulating glass substrate 1 and then a short circuit electrode 3 of chromium and a terminal electrode 4 of copper or gold are provided thereon. This constitution provides the short circuit electrode 3 having stabilized low contact resistance which hardly react on the semiconductor layer 2 even under high temperature, resulting in a semiconductor thin film magnetic resistor element suitable for high temperature application.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 21.08.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 07.12.1999

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C) 1998,2000 Japanese Patent Office

* NOTICES *

05-304325

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] this invention relates to the semiconductor thin film magnetic resistance element used for the bottom of the environment for which especially thermal resistance is needed, and its manufacture method about the galvanomagnetic device used for detection of rotation, a variation rate, etc.

[0002]

[Description of the Prior Art] Generally, as a rotational detection method, although there are various methods, such as optical and a magnetic method, the magnetic method which cannot be easily influenced of such atmosphere is the most advantageous to the use in the environment where it becomes dirty and is [dust] easy to adhere in these methods. moreover, this magnetic method -- also setting -- electromagnetism -- although there are various methods, such as pickup, a hall device, and a magnetic resistance element, while being equipped with various sensor elements with electronic processing of an automobile in recent years, the gear sensor using the hall device (Hall IC) which can be miniaturized, the ferromagnetic-thin-film magnetic resistance element, the semiconductor thin film magnetic resistance element, etc. is widely examined as the sensor for rotational frequency detection, especially a gear sensor combined with the iron gearing

[0003] However, the hall device, the Hall IC, and the ferromagnetic-thin-film magnetic resistance element had the small detection output in a magnetic force sencor, and since they needed to make the gap of an iron gearing and the detected body small for noise reduction, they had the problem of being hard to use as a gear sensor. Since a detection output can be enlarged and the tolerance of a gap with the detected body can also be greatly taken when a semiconductor thin film magnetic resistance element uses the large semiconductor of electron mobility to these, it is thought that the semiconductor thin film magnetic resistance element using the indium antimonide with the largest electron mobility (it is described as Following InSb) is most suitable for the gear sensor in a semiconductor.

[0004] The semiconductor thin film magnetic resistance element using the conventional InSb is explained below. Drawing 4 shows the cross-section structure of the semiconductor thin film magnetic resistance element using the conventional InSb. In drawing 4 , 11 is an insulating pedestal which consists of glass with a thickness of about 1mm etc. 12 is the semiconductor layer which consists of InSb of the shape of sheet metal with a thickness of several micrometers - about dozens of micrometers, and has fixed on the insulating pedestal 11 by the glue lines 13, such as an epoxy resin. In order to obtain what was excellent in the property, after this semiconductor layer 12 forms an InSb single crystal with vacuum deposition on what ground and sheet-metal-ized the InSb single crystal, or a mica substrate, it is obtained by imprinting using detachability with a mica substrate.

[0005] Similarly the short circuit electrode which 14 becomes from copper with a thickness of about 1 micrometer, and 15 are terminal electrodes, and are formed with thin film processes and wet plating, such as vacuum deposition and sputtering, on the semiconductor layer 12. From this state, the semiconductor layer 12 and the short circuit electrode 14 are processed into the configuration of a magnetic resistance element by the photo lithography method. When based on wet plating, since the short circuit electrode 14 can be beforehand formed only in a required part, this process is unnecessary. 16 is a protective layer which consists of a silicon dioxide with a thickness of about 1 micrometer etc., and is formed according to thin film processes, such as sputtering, except for the terminal electrode 15 top after processing an element configuration on the semiconductor layer 12, a glue line 13, and the short circuit electrode 14. The structure of the semiconductor thin film magnetic resistance element using InSb is acquired by the above composition.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, with the above-mentioned conventional composition, in order that a crack might arise in the semiconductor layer 12 at the time of an elevated temperature according to the difference of the big coefficient of thermal expansion of a glue line 13 and the semiconductor layer 12 and an element might break from the structure which fixes the semiconductor layer 12 on the insulating pedestal 11 by the glue lines 13, such as epoxy, it did not have the reliability which can be equal to practical use in the temperature requirement which is -50-+170 degrees C mentioned above. Moreover, since the short circuit electrode 14 consisted of copper which carries out an alloy reaction easily also at low temperature comparatively with InSb, alloying with InSb and copper advanced under the elevated temperature of 150 degrees C or more for a short time, and since an element property deteriorated remarkably, it had the trouble of not having the reliability which can be equal to practical use in a -+170 degree C temperature requirement like the above.

[0007] this invention solves the above-mentioned conventional trouble, and it aims at offering the semiconductor thin film

magnetic resistance element which has sufficient reliability which is not destroyed at an elevated temperature, and its manufacture method on high-temperature-service ways, such as a gear sensor for automobiles.

[0008]

[Means for Solving the Problem] In order to attain this purpose, the semiconductor thin film magnetic resistance element of this invention is taken as the composition equipped with the insulating substrate, the semiconductor layer which consists of InSb formed on this insulating substrate, the short circuit electrode which consists of chromium formed on this semiconductor layer, and the terminal electrode formed in the insulating substrate or the semiconductor layer. Moreover, after the manufacture method of the semiconductor thin film magnetic resistance element of this invention processes these semiconductor layer and a short circuit electrode to an element configuration by the photo lithography method, it is made into the manufacture method heated by the 200-300-degree C temperature requirement.

[0009]

[Function] Since the semiconductor layer which consists of direct InSb is prepared on the insulating substrate, a crack can be prevented from being generated in a semiconductor layer under an elevated temperature by this composition. moreover, the chromium which serves as shallow donor level in InSb that it is comparatively hard to react a short circuit electrode with InSb to a bird clapper -- ** -- the short circuit electrode of the low contact resistance value which has the stability to near 200 degree C can be obtained by carrying out Moreover, by heating after processing a semiconductor layer and a short circuit electrode into an element configuration by the photo lithography method, distortion of the semiconductor layer by the internal stress of the short circuit electrode which consists of chromium can be removed, and the property after element completion can be stabilized.

[0010]

[Example] The example of this invention is explained below, referring to a drawing.

[0011] (Example 1) Drawing 1 is the cross section of a semiconductor thin film magnetic resistance element using InSb in the 1st example of this invention. In drawing 1, 1 is an insulating glass substrate with a thickness of about 0.5mm. 2 is a semiconductor layer which consists of InSb with a thickness of about 3 micrometers, and is directly prepared on a glass substrate 1 by the 3 temperature vacuum deposition which controls the temperature and substrate temperature of two evaporation sources of In and Sb. The short circuit electrode 3 which consists of chromium with a thickness of about 500nm by the 100 to 300 degrees C temperature requirement by the vacuum deposition method is formed on this semiconductor layer 2. Since sufficient adhesion intensity between the semiconductor layer 2 and the short circuit electrode 3 will not be obtained at this time if the formation temperature of the short circuit electrode 3 is 100 degrees C or less in temperature, and desorption of Sb will arise from InSb of the semiconductor layer 2 if it is 300 degrees C or more, and the property of the semiconductor layer 2 deteriorates, it is required to form the short circuit electrode 3 at a 100 to 300 degrees C temperature requirement.

[0012] Then, using the photo lithography method, when the chromium of the short circuit electrode 3 *****s by the solution of a sodium hydroxide and potassium permanganate and InSb of the semiconductor layer 2 *****s by the mixture of a nitric acid, a lactic acid, and a glycolic acid, respectively, the semiconductor layer 2 and the short circuit electrode 3 are processed, and the configuration of a magnetic resistance element is acquired. The semiconductor layer 2 of the part inserted into the short circuit electrode 3 of this time each serves as a part which acquires the magnetoresistance effect. A semiconductor thin film magnetic resistance element is obtained by carrying out wet plating of copper or gold with a thickness of about 1 micrometer, and furthermore, forming the terminal electrode 4 in the edge of the semiconductor layer 2.

[0013] In the semiconductor thin film magnetic resistance element constituted as mentioned above, in InSb of the semiconductor layer 2, distortion has occurred locally with the internal stress of the short circuit electrode 3 which consists of chromium, and the resistivity of InSb of the semiconductor layer 2 is changing with these distortion partially. However, in the temperature of about 170 degrees C made into the purpose, since it is eased gradually and change of the element resistance at the time of real use arises as the result, this distortion needs to ease this distortion beforehand for stabilization of an element. For this reason, after processing the semiconductor layer 2 and the short circuit electrode 3 into an element configuration by the photo lithography method, distorted removal is performed by heat-treating by holding to a 200-300-degree C electric furnace. As heat treatment time, 200 degrees C is enough at 300 degrees C in about 1 hour for 4 hours. since the time when an effect is acquired at the heat treatment temperature of 200 degrees C or less here becomes long, and desorption of Sb from InSb will take place if it is not practical and heating temperature is too high, it is necessary to make it 300 degrees C or less, and stabilization of the resistance of an element can be attained by performing 200-300-degree C heat treatment in consideration of these, without being accompanied by property degradation -- it is a thing

[0014] Thus, change of the element resistance at the time of performing an elevated-temperature shelf test [in / 200 degrees C / for the obtained semiconductor thin film magnetic resistance element] simultaneously with the conventional example is shown in drawing 3 . When the life point of an element is considered as the time of changing 5% to initial resistance from drawing 3 , it turns out to the conventional example being about several hours that the magnetic resistance element of this example has the life of 1000 hours or more.

[0015] In addition, although heat treatment was performed by the method of holding with an electric furnace in this example, you may energize the direct current power of 0.8W/mm² to the terminal electrode 4 for 1 hour. In this case, by making a direct current power large to the grade from which destruction of an element does not take place, shortening of heat treatment time can be attained more. Moreover, although the terminal electrode 4 was formed by copper or gold plate in this example, like the time of formation of the short circuit electrode 3, the vacuum evaporation of the chromium may be carried out and it may be formed.

[0016] According to this example, the semiconductor layer 2 which consists of InSb is formed on the insulating glass substrate 1 as mentioned above. By considering as the composition which comes to prepare the short circuit electrode 3 which consists of chromium on this semiconductor layer 2, and heat-treating these semiconductor layer 2 and the short circuit electrode 3 within a 200-300-degree C temperature requirement after processing to an element configuration by the photo lithography method While having sufficient adhesion intensity and being able to obtain the stable short circuit electrode 3 of a low contact resistance value, stabilization of the resistance of an element can be attained, and the thermal resistance of an element can be improved to 200 degrees C.

[0017] (Example 2) Drawing 2 is the cross section of a semiconductor thin film magnetic resistance element using InSb in the 2nd example of this invention. In drawing 2, 5 is an alumina substrate with a thickness of about 0.6mm which prepared the through hole in the thickness direction, and a glass layer with a thickness of about 50 micrometers which formed 6 by printing baking on the field in which the element of the alumina substrate 5 is prepared, and 7 use the conductor which becomes the through hole of the alumina substrate 5 from silver and the alloy of palladium as a terminal electrode by the conductor with a thickness of about 10 micrometers formed by printing baking. The 1st example and this appearance of 8 and 9 are each a semiconductor layer and a short circuit electrode, and those material, the forming method, and the processing method are the same as that of the 1st example. 10 is a protective layer which consists of an acid silicon nitride with a thickness of about 1 micrometer, and is formed after processing to an element configuration on the glass layer 6, a conductor 7, the semiconductor layer 8, and the short circuit electrode 9. Although this protective layer 10 is formed of vacuum processes, such as the plasma-chemistry gaseous-phase depositing method (the PECVD method) which makes a silane, a nitrous oxide, and nitrogen material gas, by performing temperature at the time of this formation in the 1st same temperature requirement and same time as heat treatment temperature of an example, it can ease distortion of the semiconductor layer 8 like the 1st example, and can attain stabilization of the resistance of an element.

[0018] In the semiconductor thin film magnetic resistance element constituted as mentioned above, change of the element resistance at the time of performing the elevated-temperature shelf test in 200 degrees C simultaneously with the conventional example like the 1st example is shown in drawing 3 with the 1st example. Drawing 3 shows that the element of this example has the life of 1000 hours or more like the 1st example.

[0019] The alumina substrate 5 which prepared the through hole in the thickness direction as mentioned above according to this example, The semiconductor layer 8 which consists of InSb is formed on the insulating substrate which consists of a glass layer 6 formed on the field in which the element of this alumina substrate 5 is prepared, and a conductor 7 formed in the through hole of the alumina substrate 5. While considering as the composition which forms the short circuit electrode 9 which consists of chromium on this semiconductor layer 8, and comes to prepare a protective layer on these By forming the semiconductor layer 8 and the short circuit electrode 9 after processing, and forming a protective layer 10 in an element configuration within a 200-300-degree C temperature requirement by the photo lithography method While having sufficient adhesion intensity and being able to obtain the stable short circuit electrode 9 of a low contact resistance value, stabilization of the resistance of an element can be attained, and the thermal resistance of an element can be improved to 200 degrees C. Moreover, even if it becomes an elevated temperature and a conductor 7 and the semiconductor layer 8 react, since a conductor 7 is in the rear-face side of the semiconductor layer 8, it will be small, while being able to attach a lead terminal in the rear face of the alumina substrate 5 firmly by having formed the conductor 7 of a through hole. [of the influence on a property]

[0020] In addition, although the example 1 showed the example without a protective layer, you may form the same protective layer 10 as an example 2 for the need responding.

[0021]

[Effect of the Invention] this invention can realize the outstanding highly reliable semiconductor thin film magnetic resistance element which has sufficient thermal resistance also in 200 degrees C to high-temperature-service ways whose service temperatures are -50-+170 degrees C, such as a gear sensor for automobiles, by considering as the composition which prepares the semiconductor layer which consists of InSb on an insulating substrate, and comes to prepare the short circuit electrode which consists of chromium on this semiconductor layer as mentioned above.

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-304325

(43)公開日 平成5年(1993)11月16日

(51)Int.Cl.⁵
H 01 L 43/08

識別記号 庁内整理番号
S 9274-4M
D 9274-4M

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数5(全5頁)

(21)出願番号 特願平4-107370

(22)出願日 平成4年(1992)4月27日

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 川崎 哲生

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 是近 哲広

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74)代理人 弁理士 小銀治 明 (外2名)

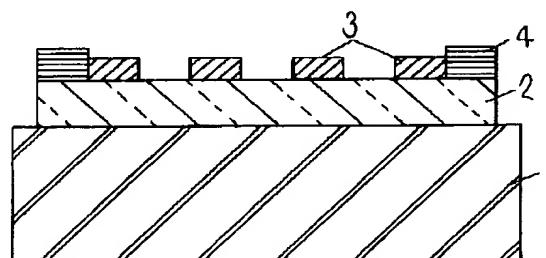
(54)【発明の名称】 半導体薄膜磁気抵抗素子およびその製造方法

(57)【要約】

【目的】 自動車用ギヤセンサ等の高温用途において、
十分な信頼性を有する半導体薄膜磁気抵抗素子を提供す
る。

【構成】 絶縁性のガラス基板1上にInSbからなる
半導体層2を設け、この半導体層2上にクロムからなる
短絡電極3と銅または金からなる端子電極4とを設けて
なる構成とすることにより、高温下においても半導体層
2と反応し難く低接触抵抗値の安定な短絡電極3が得ら
れて高温用途に適した半導体薄膜磁気抵抗素子が実現で
きる。

- 1 --- ガラス基板(絶縁性基板)
- 2 --- 半導体層
- 3 --- 短絡電極
- 4 --- 端子電極



【特許請求の範囲】

【請求項1】絶縁性基板と、この絶縁性基板上に形成したアンチモン化インジウムからなる半導体層と、この半導体層上に形成したクロムからなる短絡電極と、前記絶縁性基板または前記半導体層に設けた端子電極とを備えた半導体薄膜磁気抵抗素子。

【請求項2】絶縁性基板がガラス層を表面にかつスルーホールを厚さ方向にそれぞれ設けたアルミナ基板からなり、端子電極が前記スルーホールの内周面およびその開口部近傍に形成した導電体からなる請求項1記載の半導体薄膜磁気抵抗素子。

【請求項3】絶縁性基板上にアンチモン化インジウムからなる半導体層を形成する工程と、この半導体層上にクロムからなる短絡電極を形成する工程と、前記絶縁性基板または前記半導体層に端子電極を形成する工程と、前記半導体層および前記短絡電極をフォトリソグラフィー法により加工する工程と、この加工後200～300℃の温度範囲で加熱する工程とを備えた半導体薄膜磁気抵抗素子の製造方法。

【請求項4】加熱が端子電極から通電することにより行わられる請求項3記載の半導体薄膜磁気抵抗素子の製造方法。

【請求項5】200～300℃の温度範囲で加熱する工程に代えて、絶縁性基板、半導体層および短絡電極それぞれの露出表面を200～300℃の温度に保持した状態で保護層を形成する工程を設けた請求項3記載の半導体薄膜磁気抵抗素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、回転、変位等の検出に用いられる磁電変換素子に関するものであり、特に耐熱性を必要とされる環境下において使用される半導体薄膜磁気抵抗素子およびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に回転の検出方式としては、光学式、磁気方式等種々の方式があるが、これらの方式の中で、汚れ、塵埃などの付着しやすい環境における用途には、これらの雰囲気の影響を受けにくい磁気方式が最も有利である。また、この磁気方式においても、電磁ピックアップ、ホール素子、磁気抵抗素子等の種々の方式があるが、近年自動車の電子化に伴って各種センサ素子が装着される中で、回転数検出用センサ、特に鉄製歯車と組み合せたギャセンサとして、小型化が可能なホール素子（ホールIC）、強磁性薄膜磁気抵抗素子、半導体薄膜磁気抵抗素子等を用いたギャセンサが広く検討されている。

【0003】しかし、ホール素子、ホールICおよび強磁性薄膜磁気抵抗素子は感磁部における検出出力が小さく、ノイズ低減のために鉄製歯車と被検出体とのギャップを小さくする必要があることから、ギャセンサとして

は使いにくいという問題があった。これらに対し、半導体薄膜磁気抵抗素子は、電子移動度の大きい半導体を使用することにより検出出力を大きくすることができ、被検出体とのギャップの許容度も大きく採れるため、半導体中で最も電子移動度の大きいアンチモン化インジウム（以下InSbと記す）を用いた半導体薄膜磁気抵抗素子が最もギャセンサに適しているものと考えられる。

【0004】以下に従来のInSbを用いた半導体薄膜磁気抵抗素子について説明する。図4は従来のInSbを用いた半導体薄膜磁気抵抗素子の断面構造を示すものである。図4において、11は厚さ1mm程度のガラス等からなる絶縁性基台である。12は厚さ数μm～数十μm程度の薄板状のInSbからなる半導体層で、エポキシ樹脂等の接着層13により絶縁性基台11上に固定されている。この半導体層12は特性の優れたものを得るために、InSb単結晶を研磨して薄板化したものやマイカ基板上に真空蒸着によってInSb単結晶を形成した後マイカ基板との剥離性を利用して転写することによって得られる。

【0005】14は厚さ1μm程度の銅からなる短絡電極、15は同じく端子電極であり、半導体層12上に真空蒸着、スペッタリング等の薄膜プロセスや湿式メッキ法により形成する。この状態から、フォトリソグラフィー法により半導体層12および短絡電極14を磁気抵抗素子の形状に加工する。湿式メッキ法による場合は、予め必要部位にのみ短絡電極14を形成可能なためこの工程は不要である。16は厚さ1μm程度の二酸化珪素等からなる保護層であり、素子形状に加工後、端子電極15上を除き、半導体層12や接着層13、短絡電極14上にスペッタリング等の薄膜プロセスにより形成する。以上の構成によりInSbを用いた半導体薄膜磁気抵抗素子の構造を得る。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上記の従来の構成では、半導体層12をエポキシ等の接着層13により絶縁性基台11上に固定する構造から、接着層13と半導体層12との大きな熱膨張係数の差により高温時に半導体層12に亀裂が生じて素子が破壊するため、前述した-50～+170℃の温度範囲において実用に耐え得る信頼性を有していないかった。また、短絡電極14がInSbと比較的の低温でも容易に合金反応する銅からなるため、150℃以上の高温下ではInSbと銅との合金化が短時間で進行し、素子特性が著しく劣化するため上記と同様に～+170℃の温度範囲において実用に耐え得る信頼性を有していないという問題点を有していた。

【0007】本発明は上記従来の問題点を解決するもので、自動車用ギャセンサ等の高温用途において、高温で破壊しない十分な信頼性を有する半導体薄膜磁気抵抗素子およびその製造方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するためには本発明の半導体薄膜磁気抵抗素子は、絶縁性基板と、この絶縁性基板上に形成したInSbからなる半導体層と、この半導体層上に形成したクロムからなる短絡電極と、絶縁性基板または半導体層に形成した端子電極とを備えた構成とする。また、本発明の半導体薄膜磁気抵抗素子の製造方法は、フォトリソグラフィー法によりこれら半導体層および短絡電極を素子形状へ加工した後、200～300℃の温度範囲で加熱する製造方法としている。

【0009】

【作用】この構成によって、絶縁性基板上に直接InSbからなる半導体層を設けているため、高温下においても半導体層に亀裂が生じないようにすることができる。また、短絡電極をInSbと比較的反応しにくくかつInSb中で浅いドナー準位となるクロムからなることとすることにより、200℃付近までの安定性を有する低接触抵抗値の短絡電極を得られるものである。また、フォトリソグラフィー法により半導体層および短絡電極を素子形状に加工した後の加熱により、クロムからなる短絡電極の内部応力による半導体層の歪を除去し、素子完成後の特性の安定化を行うことができるものである。

【0010】

【実施例】以下本発明の実施例について、図面を参照しながら説明する。

【0011】(実施例1) 図1は本発明の第1の実施例におけるInSbを用いた半導体薄膜磁気抵抗素子の断面図である。図1において、1は厚さ0.5mm程度の絶縁性のガラス基板である。2は厚さ3μm程度のInSbからなる半導体層であり、InおよびSbの2つの蒸発源の温度と基板温度とを制御する三温度蒸着法によりガラス基板1の上に直接設ける。この半導体層2上に真空蒸着法により100℃から300℃の温度範囲で厚さ500nm程度のクロムからなる短絡電極3を設ける。このとき、短絡電極3の形成温度が100℃以下の温度であれば半導体層2と短絡電極3との間の十分な密着強度が得られず、また300℃以上であれば半導体層2のInSbからSbの脱離が生じて半導体層2の特性が劣化するため、100℃から300℃の温度範囲で短絡電極3を設けることが必要である。

【0012】この後、フォトリソグラフィー法を用いて、短絡電極3のクロムは水酸化ナトリウムと過マンガン酸カリウムの水溶液により、また半導体層2のInSbは硝酸、乳酸、グリコール酸の混液によりそれぞれエッチングすることにより、半導体層2および短絡電極3を加工し磁気抵抗素子の形状を得る。このとき個々の短絡電極3に挟まれた部位の半導体層2が磁気抵抗効果を得る部位となる。さらに半導体層2の端部に厚さ1μm程度の銅あるいは金を湿式メッキして端子電極4を形成

することにより半導体薄膜磁気抵抗素子を得る。

【0013】以上のように構成された半導体薄膜磁気抵抗素子においては、クロムからなる短絡電極3の内部応力により半導体層2のInSbには局部的に歪が発生しており、この歪により半導体層2のInSbの抵抗率が部分的に変化している。ところが目的とする170℃程度の温度においては、この歪は徐々に緩和され、その結果として実使用時における素子抵抗値の変動が生じることから、素子の安定化のためには予めこの歪を緩和する必要がある。このためフォトリソグラフィー法により半導体層2および短絡電極3を素子形状に加工した後、200～300℃の電気炉に保持して熱処理を行うことにより歪の除去を行う。熱処理時間としては、200℃で4時間、300℃では1時間程度で十分である。ここで200℃以下の熱処理温度では効果の得られる時間が長くなり実用的ではなく、また加熱温度が高すぎるとInSbからのSbの脱離が起こるため300℃以下にする必要があり、これらを考慮し200～300℃の熱処理を行うことにより特性劣化を伴わずに素子の抵抗値の安定化を図ることができるものである。

【0014】このようにして得られた半導体薄膜磁気抵抗素子を従来の例と同時に200℃における高温放置試験を行った際の素子抵抗値の変化を図3に示す。図3より素子の寿命点を初期抵抗値に対して5%変化した時点とした場合に、従来例が数時間程度であるのに対し、本実施例の磁気抵抗素子は1000時間以上の寿命があることがわかる。

【0015】なお、本実施例では熱処理を電気炉で保持する方法で行ったが、端子電極4にたとえば0.8W/mm²の直流電力を1時間通電してもよい。この場合は直流電力を素子の破壊が起こらない程度に大きくすることにより、より熱処理時間の短縮化が図れる。また、本実施例では端子電極4を銅または金メッキで形成したが、短絡電極3の形成時と同様にクロムを蒸着して形成してもよい。

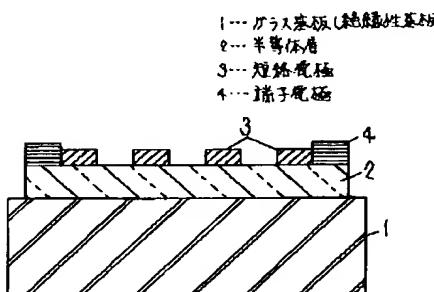
【0016】以上のように本実施例によれば、絶縁性のガラス基板1上にInSbからなる半導体層2を設け、この半導体層2上にクロムからなる短絡電極3を設ける構成とし、フォトリソグラフィー法によりこれら半導体層2および短絡電極3を素子形状へ加工後200～300℃の温度範囲内で熱処理をすることによって、十分な密着強度を有し低接触抵抗値の安定な短絡電極3を得ることができるとともに素子の抵抗値の安定化を図ることができ、素子の耐熱性を200℃まで向上することができる。

【0017】(実施例2) 図2は本発明の第2の実施例におけるInSbを用いた半導体薄膜磁気抵抗素子の断面図である。図2において、5は厚さ方向にスルーホールを設けた厚さ0.6mm程度のアルミナ基板であり、6はアルミナ基板5の素子を設ける面上に印刷焼成にて形

成した厚さ $50 \mu\text{m}$ 程度のガラス層、7はアルミナ基板5のスルーホールに銀とパラジウムの合金からなる導体を印刷焼成にて形成した厚さ $10 \mu\text{m}$ 程度の導電体で端子電極として使用するものである。8および9は第1の実施例と同様のそれぞれ半導体層と短絡電極で、それらの材料、形成法、加工法は第1の実施例と同様である。10は厚さ $1 \mu\text{m}$ 程度の酸窒化珪素からなる保護層であり、素子形状へ加工後、ガラス層6、導電体7、半導体層8および短絡電極9上に形成する。この保護層10は、シラン、亜酸化窒素、窒素を原料ガスとするプラズマ化学気相堆積法（PECVD法）などの真空プロセスにより形成されるが、この形成時の温度を第1の実施例の熱処理温度と同様な温度範囲および時間で行うことにより、第1の実施例と同様に半導体層8の歪を緩和することができ、素子の抵抗値の安定化を図ることができ。*
【0018】以上のように構成された半導体薄膜磁気抵抗素子において、第1の実施例と同様に従来の例と同時に 200°C における高温放置試験を行った際の素子抵抗値の変化を第1の実施例とともに図3に示す。図3より、本実施例の素子は第1の実施例と同様に 1000 時間以上の寿命があることがわかる。

【0019】以上のように本実施例によれば、厚さ方向にスルーホールを設けたアルミナ基板5と、このアルミナ基板5の素子を設ける面上に形成したガラス層6と、アルミナ基板5のスルーホールに形成した導電体7とかなる絶縁性基板上にInSbからなる半導体層8を設け、この半導体層8上にクロムからなる短絡電極9を設け、これらの上に保護層を設けてなる構成とともに、半導体層8および短絡電極9をフォトリソグラフィー法により素子形状へ加工後、保護層10を $200 \sim 300^\circ\text{C}$ の温度範囲内で形成することによって、十分な密着強度を有し低接触抵抗値の安定な短絡電極9を得ることができるとともに素子の抵抗値の安定化を図ることができ、素子の耐熱性を 200°C まで向上することができ。*

【図1】



* る。また、スルーホールの導電体7を設けたことにより、アルミナ基板5の裏面に強固にリード端子が取り付けできるとともに、高温になって導電体7と半導体層8とが仮に反応しても導電体7は半導体層8の裏面側にあるため特性への影響は小さい。

【0020】なお、実施例1では保護層のない例を示したが、必要に応じてこれに実施例2と同様の保護層10を設けてよい。

【0021】

10 【発明の効果】以上のように本発明は、絶縁性基板上にInSbからなる半導体層を設け、この半導体層上にクロムからなる短絡電極を設けてなる構成とすることにより、使用温度が $-50 \sim +170^\circ\text{C}$ である自動車用ギヤセンサ等の高温用途に対して、 200°C においても十分な耐熱性を有する優れた高信頼性の半導体薄膜磁気抵抗素子を実現できるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例における半導体薄膜磁気抵抗素子の断面図

20 【図2】本発明の第2の実施例における半導体薄膜磁気抵抗素子の断面図

【図3】本発明の第1の実施例、第2の実施例および従来例の 200°C における高温放置試験における素子抵抗値の変化を示す図

【図4】従来の半導体薄膜磁気抵抗素子の断面図

【符号の説明】

1 ガラス基板（絶縁性基板）

2, 8 半導体層

3, 9 短絡電極

30 4 端子電極

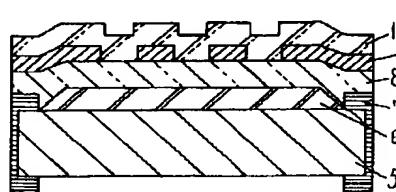
5 アルミナ基板

6 ガラス層

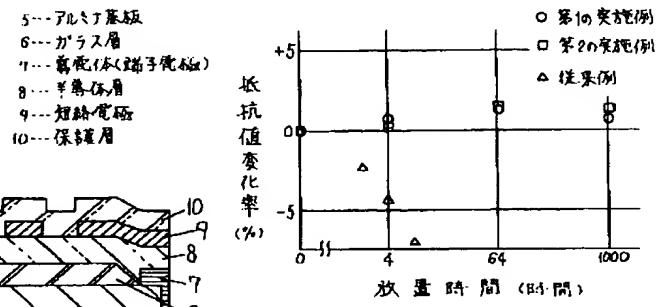
7 導電体（端子電極）

10 保護層

【図2】



【図3】



【図4】

